



## AUSLEGESCHRIFT 1 133 186

Sch 26965 Ia/46h

ANMELDETAG: 12. NOVEMBER 1959

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

UNDAUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 12. JULI 1962

## 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie, vorzugsweise in einer Dampfkraft-Druckluft-Anlage, mit periodisch erfolgender Verbrennung von Kraftstoff und Luft in einem Brennraum und unmittelbarer Verdichtung von Luft durch die Energie der Brenngase. Brennräume dieser Art sind bei Strahltriebwerken, zum Erzeugen eines warmen Gasstromes, als Kohlenstaubfeuerung u. dgl. bekannt. Eine unmittelbare Verdichtung von Luft durch die Energie der Brenngase und eine weitere Verwendung unmittelbar verdichteter Luft ist z. B. in den deutschen Patenten 957 701 und 918 131 beschrieben.

Die Erfindung bezweckt eine besonders vorteilhafte weitere Verwendung unmittelbar verdichteter Luft bei einem Verfahren zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie.

Das Verfahren nach der Erfindung wendet zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie, vorzugsweise in einer Dampfkraft-Druckluft-Anlage, periodisch erfolgende Verbrennungen von Kraftstoff und Luft an, wozu ein Brennraum mit unmittelbarer Verdichtung von Luft durch die Energie der Brenngase dient und die Energie der verdichteten Luft durch eine Entspannungsanlage (Turbine) entnommen wird, und sie kennzeichnet sich dadurch, daß entspannte Luft aus der Entspannungsanlage dem Brennraum zugeführt und die Wärme der Brenngase durch Erhitzen einer Flüssigkeit genutzt wird.

Bei periodisch arbeitenden Brennräumen findet im wesentlichen eine Gleichraumverbrennung statt. Während bei einer Gleichdruckverbrennung, die zum Betrieb von Dampfkesseln in der Regel angewandt wird, den Verbrennungsgasen nur Wärmeenergie erteilt wird, erhalten die Verbrennungsgase bei einer Gleichraumverbrennung außer Wärmeenergie auch potentielle und kinetische Energie. Dieser mechanische Energieanteil kann die Größenordnung des thermischen Anteils erreichen. Grundsätzlich ist bei der Verwendung von Kraftstoff zum Erzeugen von technisch nutzbarer Energie durch eine Gleichraumverbrennung eine vorteilhaftere Ausnutzung des Kraftstoffs zu erzielen als durch eine Gleichdruckverbrennung.

Bei einem bekannten Verfahren zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie wird zum Betrieb eines Luft-Dampf-Kraftwerks mit schwacher Vorverdichtung der Luft durch einen gesonderten Verdichter die Verbrennungsluft mit Hilfe einer pulsierend arbeitenden Brennkammer durch eine Turbine hindurchgesaugt. Die Anordnung eines gesonderten Verdichters bedingt einen beträchtlichen technischen Aufwand, und die Anwendung der Saugwirkung eines

Verfahren zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie, vorzugsweise in einer Dampfkraft-Druckluft-Anlage

Anmelder:

Dipl.-Ing. Paul Schmidt,  
München 54, Riesstr. 18

Dipl.-Ing. Paul Schmidt, München,  
ist als Erfinder genannt worden

## 2

pulsierend arbeitenden Brennraumes schränkt die Ausnutzung des mechanischen Energieanteils durch ein unvorteilhaft geringes Druckgefälle ein. Andere Verfahren sehen vor, die Abgase der Brennkammer einer Gasturbine zuzuführen und sie sodann in einen Dampfkessel zu leiten, wobei auch vorgeschlagen wurde, den Abgasen der Brennkammer zusätzliche Gase beizumischen. Die Abgase der Brennkammer haben bei der technisch erzielbaren Gleichraumverbrennung eine so hohe Temperatur, daß ihre Verwendung zur unmittelbaren Beaufschlagung einer Gasturbine wegen mangelnder Warmfestigkeit von Werkstoffen technisch nicht möglich ist. Eine Herabsetzung dieser Temperatur durch Beimischung kühlerer Gase vermindert den erzielbaren thermischen Wirkungsgrad. Zudem besteht bei der Beaufschlagung einer Turbine durch Brenngase der Nachteil, daß die Beschaufelung schädlichen Bestandteilen aus dem Verbrennungsprozeß ausgesetzt wird.

Bei einer bekannten Einrichtung zum Erzeugen mechanischer Energie aus den Gasen von Strahlantrieben mit absatzweise wiederholten Verbrennungen ist zur Speisung einer Turbine ein durch eine Leitung mit dem Arbeitsraum der Strahltriebseinrichtung verbundener Gaskessel angeordnet, wobei durch Ventile die Rückströmung von Gas aus dem

209 619/122

BEST AVAILABLE COPY

Kessel verhindert und die Einströmung von atmosphärischer Luft in die Verbindungsleitung ermöglicht wird. Dieser Einrichtung liegt die Aufgabe zugrunde, außer der Antriebsenergie in einfacher Weise auch zusätzlich mechanische Energie zu erzeugen, weil dies in einigen Fällen der Anwendung bei Strahlantrieben, z. B. für Hilfsantriebe, erwünscht ist. Der Aufgabenstellung der bekannten Einrichtung entsprechend wird somit von der Nutzenergie ein kleiner Bruchteil für Nebenzwecke entnommen, wodurch die Nutzenergie verringert wird. Demgegenüber wird bei dem Gegenstand der Erfindung ein möglichst großer Teil, in einigen Fällen der gesamte Betrag an kinetischer und potentieller Energie der Brenngase aus dem Verbrennungsprozeß entnommen, wobei die Nutzenergie vergrößert wird. Der Unterschied ist durch die Verschiedenheit der Aufgabenstellungen begründet und folgt unter anderem daraus, daß das Verfahren bei der bekannten Einrichtung Gewinnung von mechanischer Energie für Nebenzwecke und von Antriebsenergie in Form von Schub verbindet, wohingegen das Verfahren nach der Erfindung die Gewinnung von Druckluft- und Wärmeenergie in etwa gleicher Größenordnung, z. B. neben dem Betrieb einer Druckluftanlage den einer Dampfkraftanlage vorsieht. Die Verbindung einer Dampfkraftanlage mit einer Druckluftanlage ist von entscheidendem Belang. Der Gegenstand der Erfindung ist gegenüber der bekannten Einrichtung demnach einerseits gattungsmäßig und andererseits durch die Mittel unterschieden, die bei dem Verfahren nach der Erfindung anzuwenden sind, um vorteilhafte Wirkungen, insbesondere einen hohen Wirkungsgrad einer Energieerzeugung zu erhalten. Mit Rücksicht darauf, daß die Nutzung der Brenngaswärme durch Erhitzen einer Flüssigkeit bekannt ist, wird für dieses Element Schutz jedoch nur in Verbindung mit den übrigen Merkmalen der Erfindung beansprucht.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens beruhen darauf, daß unter technisch beherrschbaren Beanspruchungen der Baustoffe die chemische Energie des Kraftstoffs durch die mechanische Energie einer Gleichraumverbrennung bis zur thermodynamisch möglichen Grenze und zugleich die Wärmeenergie durch Erhitzen einer Flüssigkeit ausgenutzt wird. Die Vereinigung dieser Verfahrensweisen ermöglicht bei geringem Bauaufwand die Erzielung von Gesamtwirkungsgraden, die diejenigen der bekannten Anlagen wesentlich übertreffen.

Die verdichtete Luft hat dabei in der Regel eine geringere Temperatur als es die Baustoffe von Entspannungsanlagen zulassen, so daß es in Weiterbildung des Verfahrens möglich und vorteilhaft ist, der verdichteten Luft in an sich bekannter Weise vor ihrer Einführung in die Entspannungsanlage Wärme aus den Verbrennungsgasen zuzuführen. Dadurch wird der Gesamtwirkungsgrad der Anlage noch erhöht.

Ferner ist es zweckmäßig, die zur Verbrennung des Kraftstoffes dienende Luftmenge mit einem höheren Druck als Atmosphärendruck aus der Entspannungsanlage zu entnehmen und in an sich bekannter Weise mit diesem Überdruck in den Brennraum zu leiten.

Die Unteransprüche 4 bis 8 betreffen Maßnahmen, die je für sich in anderem Zusammenhang bereits bekannt sind und daher keinen selbständigen Schutz beanspruchen.

Das Verfahren nach der Erfindung wird durch Fig. 1, 2 und 3 näher veranschaulicht. In

Fig. 1 ist beispielsweise ein Schaltplan zur Durchführung des Verfahrens dargestellt; die

Fig. 2 veranschaulicht eine Anordnung eines Brennraums mit Energieübertragung an Luft und eine davon angetriebene Luftturbine.

Fig. 3 gibt ein Diagramm zur näheren Veranschaulichung der Vorteile des Erfindungsgegenstandes wieder.

In Fig. 1 ist der Brennraum mit 1 bezeichnet und mit 2 der Raum, in welchem die Übertragung von Energie der Brenngase auf Luft vor sich geht. Die Einführung der Luft in den Raum 2 geschieht durch die mit einem Pfeil versehene Leitung 3, die Abführung durch eine kurze Leitung in den Ausgleichsraum 4. Aus diesem gelangt die Luft zur Überführung von Wärme aus den Verbrennungsgasen in einen Luftvorwärmer 5 und von dort in die Luftturbine 6, welche den elektrischen Generator 7 antreibt. Ein vollständig entspannter Teil der Luft kann durch die Leitung 8 abgeführt werden, während durch die Leitung 9 die zur Verbrennung bestimmte Luft aus einer Druckstufe der Turbine 6 entnommen wird. Es kann in einigen Fällen technisch erwünscht sein, wenn man der Luftturbine eine größere verdichtete Luftmenge zuführt, als zur Verbrennung benötigt wird. Die Anlage kann in anderen Fällen vorteilhaft auch so ausgestaltet werden, daß die gesamte Luft nach Entspannung in der Turbine 6 der Verbrennung zugeführt wird. Die zur Verbrennung bestimmte Luft wird entweder in völlig entspanntem, der Atmosphäre entsprechendem Zustand oder vorzugsweise mit erhöhtem Druck dem Brennraum zugeführt. Eine Zuführung der Luft unter erhöhtem Druck ergibt günstigere Wirkungsgrade der Verbrennung in dem Brennraum 1 und dadurch eine erhöhte Energieerzeugung. Die Leitung 9 führt in den mit Vorteil anzuwendenden Luftvorwärmer 10, welcher der Luft Wärme aus den Verbrennungsgasen zuführt. Aus dem Vorwärmer 10 gelangt die Luft in den Ausgleichsraum 11 und weiter in den Brennraum 1.

Die Einführung des Kraftstoffs in den Brennraum 1 ist in Fig. 1 durch die Leitung 12 angegeben. Die Brenngase verlassen den Raum 1 unter Durchströmung des Endstücks von Raum 2 und treten in die Leitung 13 ein. Dabei ist es vorteilhaft, den Prozeß der Luftverdichtung und Verbrennung derart zu führen, daß die Brenngase mit einigem Überdruck in die Leitung 13 eintreten. Durch eine derartige Prozeßführung werden gesonderte Gebläse, wie sie bei Dampfkraftanlagen üblicherweise angeordnet werden, erspart. Diese Ersparnis führt auch zu einer Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der Anlage, da die von den üblichen Gebläsen benötigte Leistung in der Regel etwa 3% der Leistung eines Dampfkraftwerks beträgt.

Bei der Ableitung der Brenngase kann vorteilhaft in dem Endstück von Raum 2 der Fig. 1 oder in einem anschließenden Raum — ein Teil der in den Raum 2 eingeführten Luft zu einer Nachverbrennung verwendet werden. Es ergibt sich dies ohne weiteres, wenn durch die Leitung 12 mehr Kraftstoff in das Brennrohr 1 eingeleitet wird, als dem stöchiometrischen Verhältnis entspricht, und zugleich eine dem Kraftstoffüberschuß entsprechende Luftmenge aus dem Raum 2 in die Leitung 13 übergeführt wird. Andererseits kann der zu einer Nachverbrennung benötigte Kraftstoff auch durch eine gesonderte Leitung, die mit 3a bezeichnet ist, in das Endstück von

Raum 2 eingeführt werden. Eine Nachverbrennung ist in einigen Fällen zur Beeinflussung der Temperatur der Gase, zur vollständigen Ausnutzung fester Kraftstoffteilchen od. dgl. günstig.

In Fig. 1 führt die Leitung 13 das Brenngas in den mit 14 bezeichneten Dampfkessel. Das Gas wird von dort teilweise oder in seiner Gesamtheit durch die Leitung 15 zu dem Wärmetauscher 5 geleitet und nach Abgabe eines Teils seines Wärmeinhalts in den Kessel 14 zurückgeführt. Dabei ist es in der Regel vorteilhaft, die verdichtete Luft bis zu einer so hohen Temperatur zu erwärmen, daß die Temperaturfestigkeit der Bauteile der Turbine 6 voll ausgenutzt ist. In besonderen Fällen, z. B. um einen geringen Bauaufwand zu erzielen, kann es sich auch als technisch vorteilhaft erweisen, die Anlage nur mit einem einzigen Luftvorwärmer, unter Umständen sogar ohne besondere Luftvorwärmung auszuführen.

Die Abgase des Dampfkessels werden nach dem Schaltbild Fig. 1 durch die Leitung 16 dem Wärmetauscher 10 zugeführt und von dort ins Freie geleitet.

In Fig. 1 ist die aus dem Dampfkessel führende Dampfleitung mit 17 bezeichnet. Sie führt zur Dampfturbine 18, welche den elektrischen Generator 19 antreibt. Aus einer geeigneten Druckstufe der Dampfturbine 18 wird eine geringe Dampfmenge durch die Leitung 20 entnommen und dem Speisewasservorwärmer 21 zugeführt. Der in der Turbine 18 entspannte Dampf wird durch die Leitung 22 in den Kondensator 23 geleitet und das Wasser durch die Leitung 24 der Pumpe 25 zugeführt. Nach Durchströmen des Wassers durch den Vorwärmer 21 gelangt es in den Behälter 26, in welchem das Wasser gesammelt und entgast wird. Die Kesselspeisepumpe 27 fördert das Wasser in den Dampfkessel 14.

Die Fig. 2 veranschaulicht die Lage eines Brennraums 28 und einer Einrichtung 29 zum Verdichten von Luft, die aus einem Stutzen 30 durch ein Ventil 31 periodisch angesaugt und durch ein Ventil 32 periodisch in den Sammelraum und Vorwärmer 33 gedrückt wird. Die Zuführung von Wärme der Verbrennungsgase in dem Wärmeaustauscher 33 erfolgt durch die Gasleitung 34. Durch die Leitung 35 werden die Verbrennungsgase aus dem Wärmetauscher 33 abgeführt. Aus dem Raum 33 strömt die verdichtete Luft in die Luftturbine 36, welche den Generator 37 antreibt. Die in der Turbine 36 entspannte Luft gelangt durch einen Stutzen in den Sammelraum 38. Aus diesem wird sie durch das Ventil 39 absatzweise in das Brennrohr 28 eingeführt. Die Einführung des Kraftstoffs in den Brennraum 28 erfolgt durch die Leitung 40. Zur Einleitung des Betriebs dienen bekannte Zündeinrichtungen, die nicht gesondert dargestellt sind. Sobald der Betrieb durch eine derartige Zündeinrichtung in Gang gebracht ist, erfolgen die weiteren Zündungen in bekannter Weise selbsttätig.

Die in dem Brennraum 28 eintretenden Verbrennungen führen, da sie im wesentlichen als Gleichraumverbrennungen auftreten, zu relativ hohen Temperaturen. Dabei ergibt die chemische Umsetzung bei einigen Kraftstoffen, z. B. bei aschehaltigen Kohlen, Stoffanteile, die sich an den Kesselrohren niederschlagen und einen Belag bilden, welcher den Wärmeübergang wesentlich beeinträchtigt. Die Bildung der schädlichen Reaktionen und Stoffe erfolgt bei Temperaturgraden, die etwa 1500° C überschreiten, doch kann diese Temperaturgrenze auch

niedriger liegen. Um die Bildung einer schädlichen Beeinflussung der Kesselrohre durch zu hohe Temperatur zu vermeiden, ist es vorteilhaft, zum Zwecke einer teilweisen Abführung von Wärme innerhalb der Reaktionszone des Brennraumes diese einander mit nahe benachbarten Dampf oder Flüssigkeit führenden Bauteilen (Rohren) zu durchsetzen. In Fig. 2 sind derartige Rohre mit 41 bezeichnet und in dem erfahrungsgemäß heißesten Teil des Brennraumes 28 angeordnet. Ihre vorteilhafte Wirkung beruht darauf, daß sie während des an sich kurzen Zeitraumes der Verbrennung des gesamten Kraftstoffs einen verhältnismäßig kleinen Teil der gebildeten Wärme aufnehmen. Durch die Anordnung der nahe einander benachbarten, den Brennraum durchsetzenden Rohre wird der Temperaturanstieg des Gases im Brennraum, der von der geringen Temperatur des eingeführten Gemisches ausgeht und sich fortschreitend in den Teilbezirken größter Nähe von Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffmolekülen vollzieht, insofern geregelt, als bereits entstandene Teilwerte der gebildeten Wärme abgeleitet werden. Nach dem Abschluß der Verbrennung ergibt sich dadurch eine niedrigere Endtemperatur des Verbrennungsgases, als sie dem Heizwert des Kraftstoffs entspricht, obwohl die Gesamtheit der Kraftstoffenergie vorteilhaft ausgenutzt wird.

In der Einrichtung nach Fig. 2 strömen die Brenngase aus dem Raum 28 durch das Endstück des Raumes 29 in den teilweise dargestellten Kesselraum 42. Sie werden in diesem an sich bekannten Teil des Kesselraums mit einer etwas tangential liegenden Öffnung eingeführt, um eine Wirbelströmung zu erzeugen, die beispielsweise für eine Nachverbrennung, für eine Abscheidung von Aschebestandteilen sowie für den Wärmeaustausch vorteilhaft ist. Die an sich bekannten Mittel für eine besondere Einführung von Kraftstoff zu einer Nachverbrennung sind in Fig. 2 nicht angegeben. Ein Sammeltrichter 43 mit einem Ablaufstutzen 44 dient zur Abführung von Aschebestandteilen, insbesondere solchen, die sich im Schmelzzustand befinden.

Im übrigen enthält der Kesselraum 42 übliche Wasser- bzw. Dampfleitungen. Derartige Leitungen enthält auch das Brennrohr 28, sie sind mit 45 bezeichnet und haben die Zu- bzw. Ableitungsrohre 46 und 47. Auch das Endstück des Raumes 29 ist mit Rohren 48 versehen, in die Dampf oder Wasser durch die Stutzen 49 und 50 zu- und abgeleitet wird.

Der periodische Betrieb eines Brennraums nach der Art von Raum 28 ergibt eine pulsierende Strömung des Brenngases und der verdichteten Luft. Um die Luftströmung bis zu einem gewissen Grade auszugleichen, ist es vorteilhaft, die Verdichtung zeitlich versetzt durch eine Vielzahl von Luft erhöhten Drucks liefernden Räumen, z. B. von Verbindungsleitungen nach dem deutschen Patent 918 131, zu bewirken. Aus dem gleichen Grund ist es vorteilhaft, eine Ausgleichung der Gasströmung in einem Kesselraum dadurch zu bewirken, daß der Gesamtstrom des Brenngases durch eine Vielzahl von Brennräumen mit zeitlich versetzter Strömung gebildet wird, wobei sich in der Regel zugleich ohne weiteres auch eine Vergleichmäßigung der Luftströmung bewirken läßt.

In Fig. 2 zeigt die Anordnung des Raumes 29, der zur Luftverdichtung dient, daß die von den heißen Verbrennungsgasen erzeugte Druckwelle in einer Richtung in den Raum 29 eindringt, die entgegengesetzt zur allgemeinen Strömungsrichtung der Brenn-

gase liegt. Von den Brenngasen mitgeführte feste Teilchen, z. B. Aschbestandteile, haben im wesentlichen die hohe Geschwindigkeit der ausströmenden Brenngase und fliegen infolge ihrer Massenträgheit in die allgemeine Strömungsrichtung der Brenngase während des kurzen Zeitraums weiter, in welchem die Verdichtung der Luft in dem Raum 29 erfolgt. Auch sehr kleine Festteilchen, deren Bewegung um 180° umgelenkt werden könnte, haben in der kurzen Zeit der Luftverdichtung kaum Gelegenheit, in die relativ kalte Luft einzudringen, weil diese ein wesentlich höheres Gewicht hat als die heißen Brenngase, in denen sie schweben. Aus diesen Gründen ist es vorteilhaft, billige Kraftstoffe zu verwenden, die unverbrennliche Fremdstoffe enthalten. In diesem Zusammenhang ist es unter Bezug auf Fig. 2 bemerkenswert, daß die Luftsäule in dem Raum 29 nicht in ihrer gesamten Länge durch das Ventil 32 aus dem Raum 29 verdrängt werden muß. Vielmehr ist die Luftverdichtung derart zu führen, daß eine gewisse Luftmenge, die sich innerhalb des Raumes 29 in der Nachbarschaft des Brennraumausschlusses, angrenzend an die heißen Brenngase, befindet, im wesentlichen innerhalb des Raumes 29 verbleibt. Diese Luftmenge kann auch in periodischer Folge vollständig oder teilweise mit dem Brenngasstrom abgeleitet werden, womit die Verdichtung reiner Luft begünstigt wird und weitere Vorteile erreicht werden können.

Wenn die Wärme der Brenngase zur Beheizung eines Dampfkraftwerks benutzt wird, so besteht die Energie, die durch die periodisch wiederholte Verbrennung von Kraftstoff und Luft nach der Erfindung erzeugt wird, einerseits in der Energielieferung durch die Luftturbine und andererseits in der Energielieferung durch die Dampfturbine. Bei einem Dampfkraftwerk wird die Verbrennungsluft in der Regel mit rund 300° C in den Brennraum eingeführt. Mit dem Ansatz, daß diese Temperatur auch bei einer Anlage nach der Erfindung angewandt wird, und dem weiteren Ansatz, daß der Gesamtwirkungsgrad einer Dampfkraftanlage üblicher Bauweise 30% betrage, sei zur näheren Veranschaulichung des Erfindungsgegenstandes eine Darstellung der möglichen Verbesserung angeführt. Der Wirkungsgrad der Luftturbine ist dabei mit 90% und derjenige des von der Luftturbine angetriebenen Generators ebenfalls mit 90% angesetzt. Zur Beurteilung der möglichen Verbesserung ist als charakteristischer Wert die Übertragung der mechanischen Energie der Brenngase auf die zu verdichtende Luft anzusetzen. Das Maß dieser Energieübertragung wird durch einen »Wirkungsgrad der Druckübertragung« ausgedrückt. Sofern keine Druckübertragung stattfindet, somit beim Wert Null des Wirkungsgrades der Druckübertragung, besteht kein Einfluß einer Luftturbine, und der Gesamtwirkungsgrad ist gleich den 30% einer üblichen Dampfkraftanlage. Wird dagegen der Wirkungsgrad der Druckübertragung gleich 100% gesetzt, dann würde das Maximum der erreichbaren Verbesserung erzielt. Die Ausrechnung der entsprechenden Werte ergibt unter Berücksichtigung der wahren spezifischen Wärmen das Diagramm nach Fig. 3. Darin bezeichnet  $Q$  die eingeführte chemische Energie des Kraftstoffs,  $L_D$  die vom Dampfteil der Anlage abgegebene elektrische Energie und  $L_L$  diejenige des Generators der Luftturbine. Die Druckübertragung von einer Heißgasdruckwelle auf Luft geringerer Temperatur geht nach vorliegenden Grundlagenversuchen mit

über 90% Wirkungsgrad vor sich. Es kann deshalb angenommen werden, daß ein Wirkungsgrad der Druckübertragung in Höhe von 70% praktisch erzielbar ist. Aus Fig. 3 ist zu entnehmen, daß bei 70% Wirkungsgrad der Druckübertragung der Gesamtwirkungsgrad der Anlage rund 35% beträgt. Die Temperatur der Luft vor der Luftturbine würde dabei rund 270° C betragen. Das Diagramm nach Fig. 3 ist für eine Anlage ohne einen Wärmetauscher 5 vor der Luftturbine 6 gemäß Fig. 1 errechnet.

Eine Vorwärmung der Luft durch einen Wärmetauscher 5, die z. B. auf die technisch anwendbare Temperatur von 700° C führt, ergibt unter sonst gleichen Ansätzen bei einem Wirkungsgrad der Druckübertragung in Höhe von 70% einen Gesamtwirkungsgrad der Anlage von 39%. Dabei liefert der Dampfteil 24,5% und der Luftteil 14,5% der chemischen Energie des Kraftstoffs.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Erzeugen von Druckluft- und Wärmeenergie, vorzugsweise in einer Dampfkraft-Druckluft-Anlage, mit periodisch erfolgender Verbrennung von Kraftstoff und Luft in einem Brennraum und unmittelbarer Verdichtung von Luft durch die Energie der Brenngase und Entnahme von Energie der verdichtenden Luft durch eine Entspannungsanlage, **dadurch gekennzeichnet**, daß entspannte Luft aus der Entspannungsanlage dem Brennraum (1; 28) zugeführt und die Wärme der Brenngase durch Erhitzen einer Flüssigkeit genutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der verdichteten Luft vor Einführung in die Entspannungsanlage (6) Wärme aus den Verbrennungsgasen zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbrennung des Kraftstoffs dienende Luftmenge mit einem höheren Druck als Atmosphärendruck aus der Entspannungsanlage (6) entnommen und in den Brennraum (1) geleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der verdichteten Luft nach Verlassen der Entspannungsanlage Wärme aus den Verbrennungsgasen zugeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Brenngase mit Überdruck in die Verdampferanlage geleitet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Luftmenge zu einer Nachverbrennung verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß zu einer teilweisen Abführung von Wärme innerhalb der Reaktionszone des Brennraumes (28) diese miteinander nahe benachbarten Dampf oder Flüssigkeit führenden Bauteilen (41) durchsetzt ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Brenngase zur Ausbildung einer Wirbelströmung verwendet werden.

## In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 957 701, 939 297,  
 933 651, 920 640, 918 131, 876 621, 840 030;  
 deutsche Auslegeschriften Nr. 1 045 732, 1 007 121,  
 L 12485 Ia/27 d (bekanntgemacht am 22. 11. 1956); 5  
 britische Patentschrift Nr. 574 554;  
 USA.-Patentschrift Nr. 2 715 390;  
 Techn. Mitteilungen, 51. Jg., Heft 6 (Juni 1958),  
 S. 253 bis 262;

Brennstoff—Wärme—Kraft, 6. Band, Nr. 7 (Juli  
 1954), S. 292;  
 Zeitschrift des VDI, 92. Band, Nr. 16 (1. 6. 1950),  
 S. 393 bis 398;  
 Power, 98. Band, Nr. 11 (November 1954), S. 88,  
 89;  
 Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie,  
 1. Band, Urban und Schwarzenberg, München/Berlin,  
 1951, S. 905 bis 913.

---

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

---

Kraftstoff

Luft

Brenngas

Dampf

Wasser

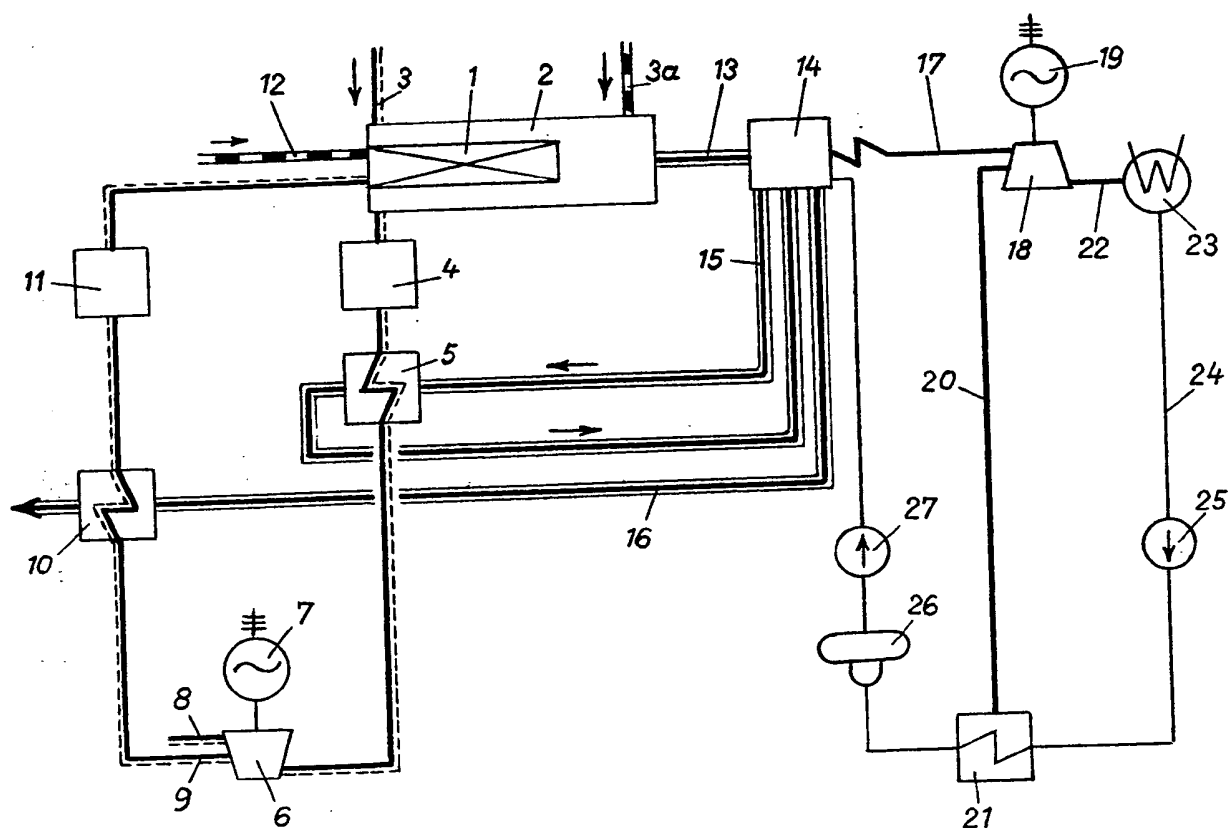


Fig. 1

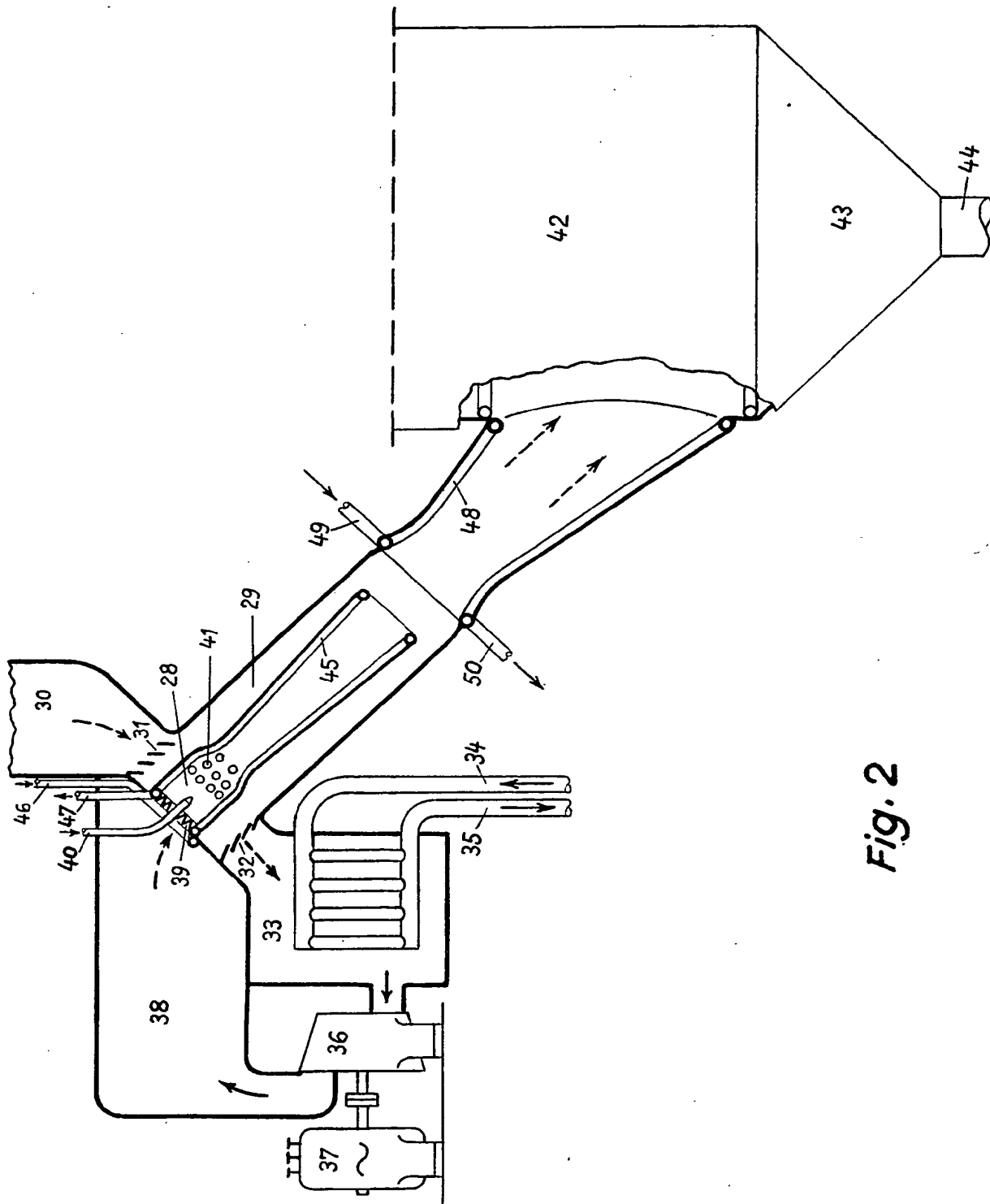


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

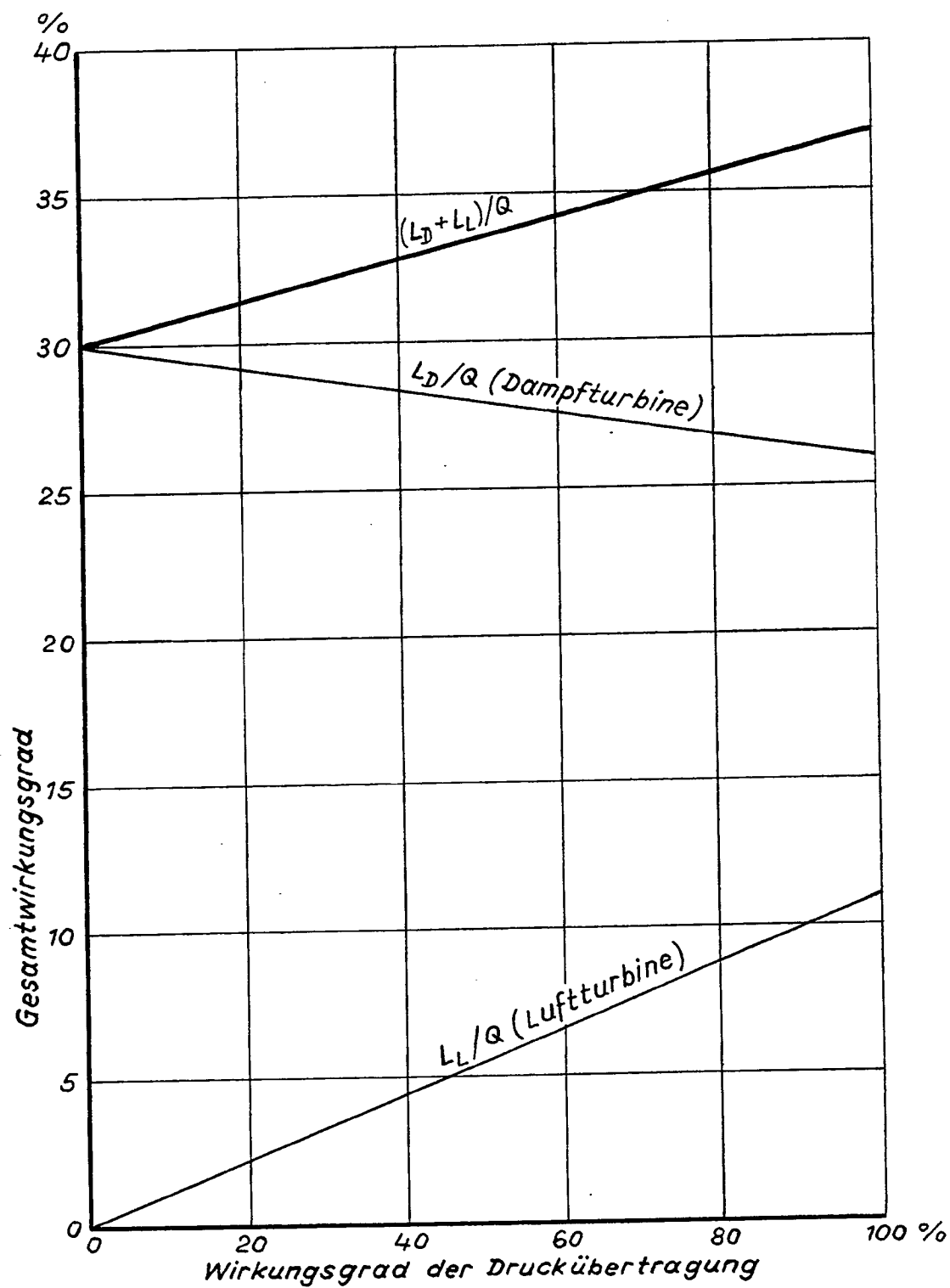


Fig. 3